

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления стопа

УДК 621.9.01.62-229.311

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Цзян Боюань		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Цыганков Р.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	к.э.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И.И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применить глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач.
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения.
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новом оборудовании и инструментами для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства.
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях.
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Школа	ИШНПТ
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Отделение	Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Зав.кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Л41	Цзян Боюань

Тема работы:

Разработка технологии изготовления стопа	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
--------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, штучно-калькуляционного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Размерный анализ, чертеж детали, чертеж приспособления, чертеж размерной схемы, технологический процесс изготовления детали.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Цыганков Р.С.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Попова С.Н.
Социальная ответственность	Авдеева И.И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Цыганков Р.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Цзян Боюань		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 108 страниц, 25 рисунков, 10 таблиц.

Ключевые слова: технологичность, базирование, операция, цилиндр, оснастка.

Цель дипломной работы: разработка технологического процесса изготовления цилиндра.

В процессе исследования выполнены: размерный анализ, определение допусков и припусков, подобраны режимы резания, назначены нормы времени, конструирование оснастки и анализ полученных результатов.

Область применения: технологический процесс изготовления цилиндра, будет представлять интерес для производственных компаний. Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант для изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям.

Содержание

Введение	
I. Технологическая часть	7
1. Исходные данные	9
2. Анализ технологичности конструкции детали	9
3. Определение типа производства	9
4. Выбор исходной заготовки	10
5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса тумблера	12
6. Построение размерной схемы и граф технологических цепей	18
7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров	19
7.1 Допуски на конструкторские размеры	19
7.2 Допуски на технологические размеры	20
7.3 Расчёт припусков на обработку заготовок	22
7.4.Расчет технологических размеров	22
8. Выбор средств технологического оснащения	25
9. Расчет режимов резания	27
10.Расчет основного времени	58
II. Конструкторская часть	63
1. Анализ данных и разработка задания на проектирование станочного приспособления	63
2. Разработка принципиальной расчетной схемы	64
3. Описание конструкции и работы приспособления	64
4. Определение необходимой силы зажима	67

III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
1. Общие положения	70
2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»	71
3. Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты»	72
4. Расчет затрат по статье «Возвратные отходы»	73
5. Расчет затрат по статье	74
6. «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»	75
7. Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»	76
8. Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»	76
9. Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»	77
10. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	83
11. Расчет затрат по статье «Технологические потери»	84
12. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	84
13. Расчет затрат по статье «Потери брака»	85
14. Расчет затрат по статье «Прочие производственные	85

расходы»	
15.Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»	85
16.Расчет прибыли	86
17. Расчет НДС	86
18. Цена изделия	87
IV.Социальная ответственность	
1.Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	94
2.Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	104
3.Безопасность в ЧС	108
4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	110

Введение

Машиностроение традиционно представляет собой ведущая отрасль экономики. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и совершенствование технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др.

Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Один из наиболее известных критериев представляет собой принцип постоянства баз. Маршрут должен быть рассчитан так, чтобы возможности оборудования были максимально использованы.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и

автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

В курсовом проекте решается задачу по созданию эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разрабатывается для условий мелкосерийного производства.

1. Технологическая часть

1. Исходные данные

Производительные технологические процессы изготовления цилиндра, представленного на рис. 1. Количество годовой программы — 10000 штук.

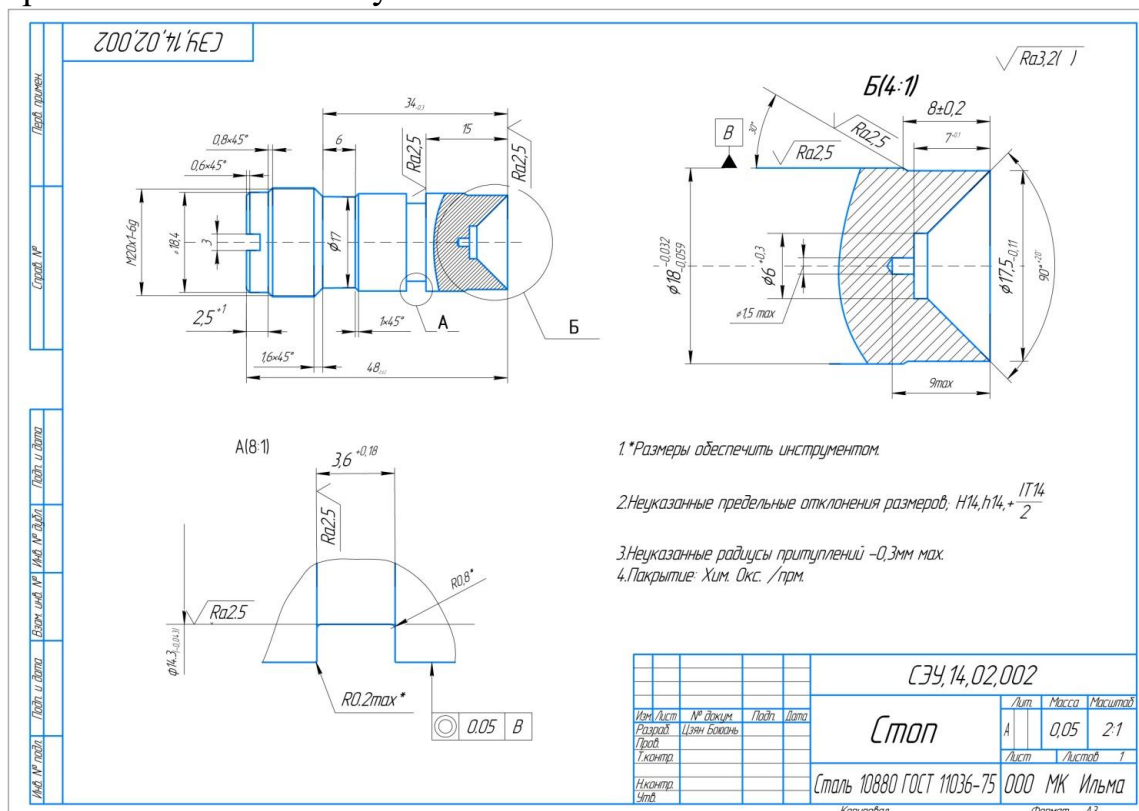


Рис. 1. Чертеж детали

2. Анализ технологичности конструкции детали

Детали-стоп.

Материал детали: сталь 10800-это малолегированная сталь с содержанием углерода С=0,40%, хром Сг=13%, остальные материалы (кремний, марганец и пр.) до 0,8%. Марка стали 40Х13 обладает следующими характеристиками:

1. Имеет повышенную жаропрочность.
2. Устойчива к коррозии.
3. Считается не ржавеющим материалом.

Конструкционные стали применяют для изготовления различных деталей, частей машин, станков и других конструкций.

Деталь имеет габаритные размеры: 48x20x20.

3.Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [2, стр. 209]:

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}$$

где t_d - такт выпуска детали,

$t_{шс}$ - среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется, как это отмечалось, по формуле $t_d = \frac{60\Phi_d}{N}$, где Φ_d –

Действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч; N - годовой объем выпуска деталей. При двухсменном режиме работы $\Phi_d = 4015$ ч.

$$t_d = \frac{60 \cdot 4015}{10000} = 24,09$$

Для определения среднего штучного времени можно воспользоваться данными из существующего на производстве технологического процесса изготовления аналогичной детали или выполнить укрупненное нормирование разрабатываемого технологического процесса. Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{ши}}{n},$$

где $t_{ши}$ - штучное время i -й операции изготовления детали;

n - число основных операций в технологическом процессе.

$$t_{ши} = \varphi_k * T_o \quad [3, с 147.]$$

где φ_k - значения коэффициента

T_o - основное технологическое время, 10^{-3} мин.

$$t_{шс} = \frac{1,67 + 3 + 0,32}{3} = 1,66$$

$$K_{30} = \frac{24,09}{1,66} = 14,5$$

Так как $10 < K_{30} = 14,5 < 20$, то тип производства среднесерийное.

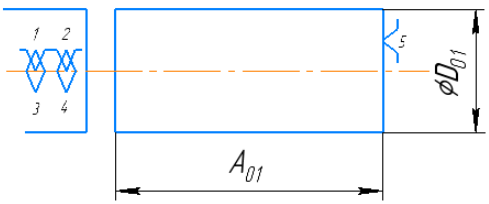
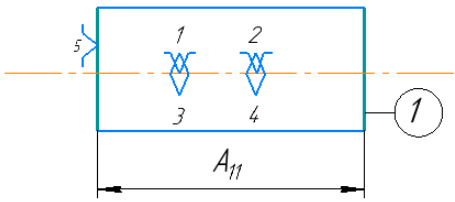
4.Выбор исходной заготовки

Очень существенное влияние на вид и метод получения исходной заготовки оказывает форма,размеры и масса детали.С увеличением размеров и массы детали арсенал возможных методов получения исходной заготовки сокращается.Так,стальной ступенчатый вал с диаметром наибольшей ступени 200мм и общей длиной 2000мм может быть изготовлен из круглого горячекатаного проката или из методом горячей штамповки.В значительной степени вид и метод получения исходной заготовки зависит от объема выпуска деталей (типа производства).С его увеличением экономически оправданным становится получение исходных заготовок,все в большей степени приближенных по форме и размерам к готовой детали.Для изготовления стальных ступенчатых валов средних размеров в единичном и мелкосерийном производствах широко используют круглый горячекатаный прокат,в крупносерийном и массовом производствах изготовление таких валов ведут обычно из заготовок,полученных горячей объемной штамповкой.

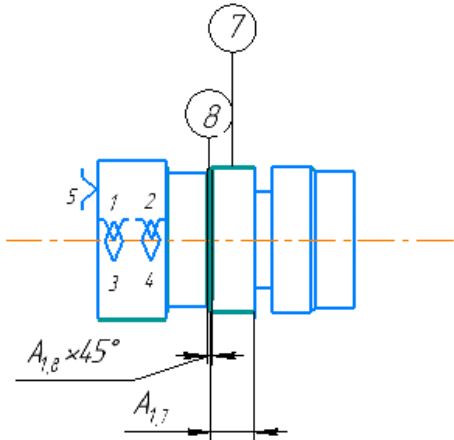
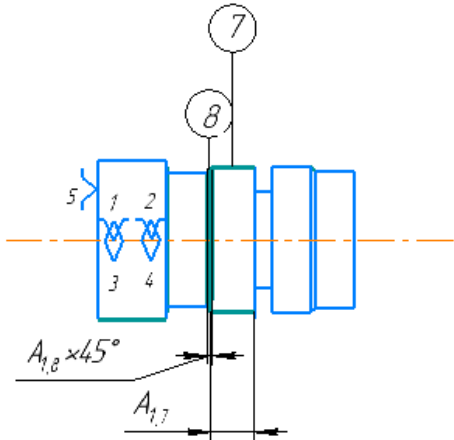
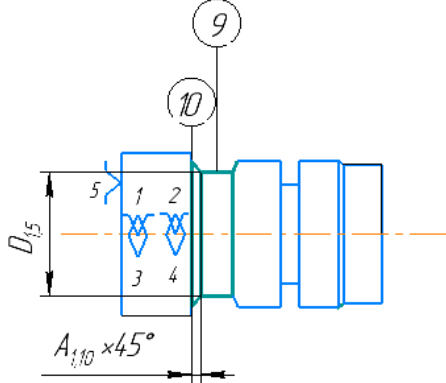
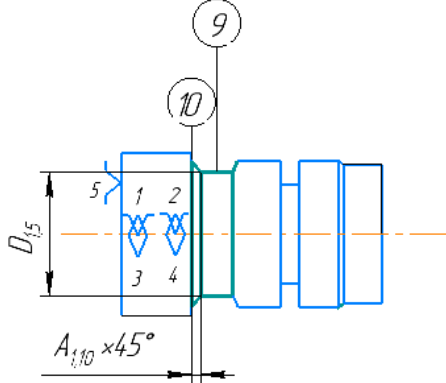
Чем в большей степени форма и размеры исходной заготовки приближаются к форме и размерам детали,тем дороже эта заготовка в изготовлении,но тем проще и дешевле её последующая обработка резанием и меньше расход материала.

В наше варианте,мы выбрали круглый прокат.

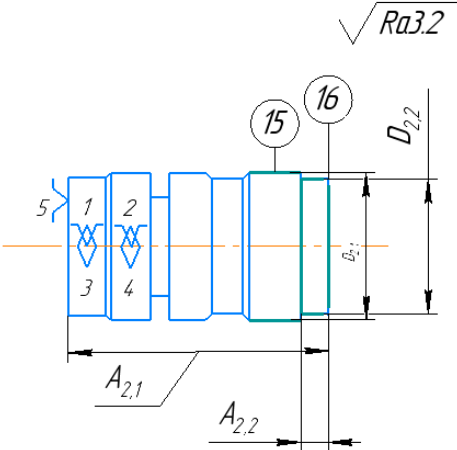
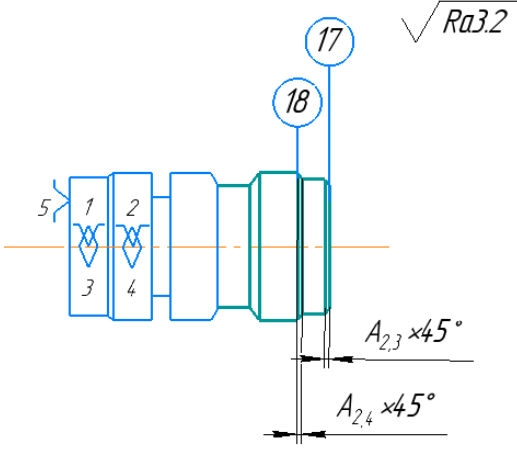
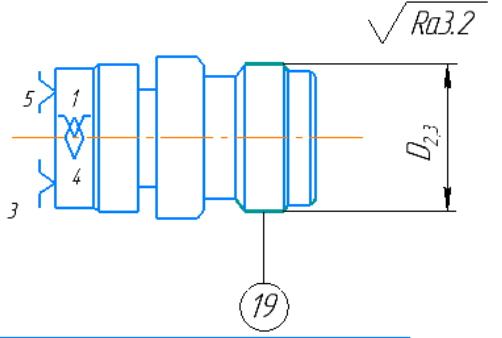
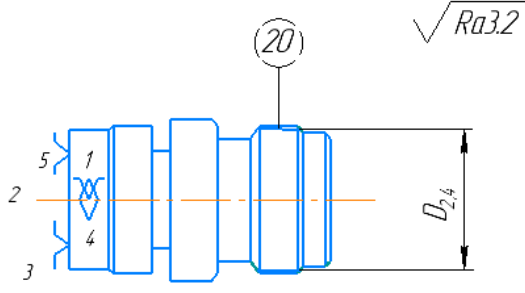
5. Составление маршрута обработки

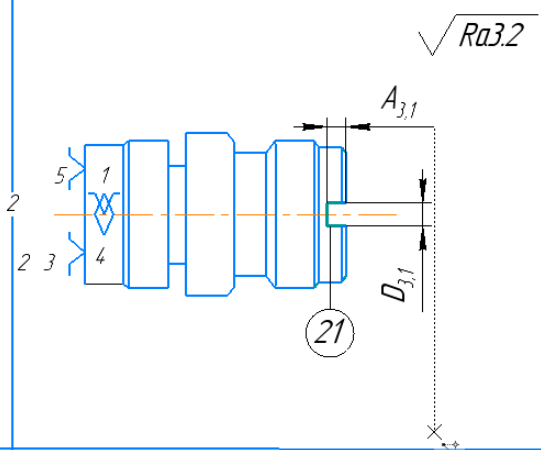
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный ЭКСиЗ
операции	перехода		
1	2	3	4
1	2	3	4
00	1	<p>Ленточно-пильная</p> <p>Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{01}, D_{01}.</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra3.2}$</p> 
05	1	<p>1, Токарная с ЧПУ</p> <p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>Точить поверхность выдерживая размер (1)</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra3.2}$</p> 

2	<p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>Точить поверхность выдерживая размер (2)</p>	
3	<p>Точить поверхность выдерживая размер (3)</p>	
4	<p>Точить фаска выдерживая размер (4)</p>	
5	<p>передвигать резец на размер (5)*</p>	
6	<p>Точить поверхность выдерживая размер (6)</p>	

7	<p>✕ <i>передвигать резец на размер (7)*</i></p>	<p>$\sqrt{Ra3.2}$</p> 
8	<p><i>Точить фаска выдерживая размер (8)</i></p>	
9	<p><i>Точить поверхность выдерживая размер (9)*</i></p>	<p>$\sqrt{Ra3.2}$</p> 
10	<p><i>Точить фаска выдерживая размер (10)</i></p>	

10	11	Центрирование торца выдерживая размер (11)*	
	12	Сверлить отверстие выдерживая размеры (12)	
	13	Рассточить отверстие выдерживая размеры (13)	
	14	Рассточить отверстие выдерживая угол 90°(14)	

10	1	<p>Точить поверхность выдерживая размер (15)</p>	
	2	<p>Точить поверхность выдерживая размер (16)</p>	
	3	<p>Точить фаска выдерживая размер (17)</p>	
	4	<p>Точить фаска выдерживая размер (18)</p>	
	5	<p>Точить поверхность выдерживая размер (19)</p>	
	6	<p>Точить резьба выдерживая размер (20)</p>	

15	1	<p>фрезеровать бак выдерживая размер (21)</p>	 <p>The drawing shows a side view of a mechanical assembly. It consists of several cylindrical components. On the left, there are labels 1, 2, 3, 4, and 5 pointing to different parts. A horizontal dashed line represents the center axis. On the right, there are dimension lines for $A_{3,1}$ (length) and $D_{3,1}$ (diameter). A surface texture symbol $\sqrt{Ra3.2}$ is shown. A circled number 21 is located below the part.</p>
20*		<p>4, Бокрытие Хим.Окс.прм</p>	
25		<p>контрольная</p>	

The drawing illustrates a cross-section of a ship's hull, showing the internal structure and various loadings. The hull is divided into several compartments by vertical stiffeners. The internal structure is shown in blue, including the floor, side plates, and bulkheads. The hull is subjected to various loads, including hydrostatic pressure (K₁ to K₁₆), deck loads (K₁₇ to K₂₂), and internal loads (A₁ to A₁₈). The drawing also shows the hull's geometry, including the keel, bottom plates, and side plates. The hull is divided into several compartments by vertical stiffeners. The internal structure is shown in blue, including the floor, side plates, and bulkheads. The hull is subjected to various loads, including hydrostatic pressure (K₁ to K₁₆), deck loads (K₁₇ to K₂₂), and internal loads (A₁ to A₁₈). The drawing also shows the hull's geometry, including the keel, bottom plates, and side plates.

20

7. расчет допусков.припусков и технологических цепей

7.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры

$$TK_1 = 0.4 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 7.6 \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 7 \pm 0,215 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 3.6 \pm 0,09 = 0,18 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,5 \pm 0,125 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 34_{-0,3} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 1.6_{-0,25} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TK_8 = 0.6 \pm 0,125 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_9 = 2.5 \pm 0,5 = 1 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = 4 \pm 0,15 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_{11} = 0.8 \pm 0,125 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{12} = 9_{-0,36} = 0,36 \text{ мм};$$

$$TK_{13} = 5.75_{-0,43} = 0,43 \text{ мм}$$

$$TK_{14} = 7 \pm 0,05 = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_{15} = 8.9 - 0.43 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_{16} = 48 \pm 0,31 = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_1^D = (17.5)_{-0,11} = 0,11 \text{ мм};$$

$$TK_2^D = (6)^{+0,3} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_3^D = (1.5)^{+0,35} = 0,35 \text{ мм};$$

$$TK_4^D = (18)_{-0.059}^{-0.032} = 0,027 \text{ мм};$$

$$TK_5^D = (14.3)_{-0.043} = 0,043 \text{ мм};$$

$$TK_6^D = (17)_{-0.043} = 0,043 \text{ мм};$$

$$TK_7^D = (3)_{-0.35} = 0,35 \text{ мм};$$

$$TK_8^D = (18.4)_{-0.52} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TK_9^D = (20)_{-0.52} = 0,52 \text{ мм};$$

7.2 Допуски на технологические размеры

5.4.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_u + \varepsilon_\sigma [1, \text{с.34}]$$

Где ω_{ci} – статическая погрешность [1, с.65]

ρ_u – пространственное отклонение измерительной базы

ε_σ – погрешность базирования

Допуск на осевые технологические размеры:

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_u + \varepsilon = 0,12 + \sqrt{0,05^2 + 0,1^2} + 0,45 = 0,68$$

$$TA_{12} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{13} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{14} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{15} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{16} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{17} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{18} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{19} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,10} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,11} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,12} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,13} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{21} = \omega_c + \rho_{21} = 0,12 + 0,67 = 0,79 \text{ мм};$$

$$TA_{22} = \omega_c = 0,12 = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{23} = \omega_c = 0,12 = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{24} = \omega_c = 0,12 = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{31} = \omega_c + \rho_{21} = 0,12 + 0,67 = 0,79 \text{ мм};$$

Определение допусков на диаметральные технологические размеры

$$TD_i = \omega_{ci}$$

где ω_{ci} – статическая погрешность

$$TD_{1.1} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{1.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{1.3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{1.4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{1.5} = \omega_c = 0,04 \text{ мм};$$

$$TD_{1.6} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{1.7} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{2.1} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{2.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{3.1} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

7.3 Расчет припусков

Расчет припусков на осевые размеры[1,с.42]

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad \rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{pi-1}^2}$$

Где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя

$\rho_{\phi i-1}$ – погрешность формы

ρ_{pi-1} – погрешность расположения

$$Z_{1,1min} = 0,02 + 0,02 + \sqrt{0,05^2 + 0,1^2} = 0,15\text{мм}$$

$$Z_{2,1min} = 0,02 + 0,02 + \sqrt{0,01^2 + 0,06^2} = 0,1\text{мм}$$

Расчет припусков на диаметральные размеры[1,с.42]

$$Z_{imin} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2})$$

Где ε_{yi} – погрешность установки

$$Z_{D2,1min} = 2(0,01 + 0,01 + \sqrt{0,01^2 + 0,03^2 + 0}) = 0,1\text{мм}$$

7.4 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров и расчёт технологических размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$

Расчёт технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

$$TK_1 = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{21} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_1 выдерживается.

$$TK_2 = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{1.3} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_2 выдерживается.

$$TK_3 = 0,43 \text{ мм}; \quad TA_{24} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_3 выдерживается.

$$TK_4 = 0,18 \text{ мм}; \quad TA_{25} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_4 выдерживается.

$$TK_5 = 0,5 \text{ мм}; \quad TA_{27} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_5 выдерживается.

$$TK_6 = 0,3 \text{ мм}; \quad TA_{29} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_6 выдерживается.

$$TK_7 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{1.10} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_7 выдерживается.

$$TK_8 = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{2.3} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_8 выдерживается.

$$TK_9 = 0,36 \text{ мм}; \quad TA_{3.1} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_9 выдерживается.

$$TK_{10} = 0,3 \text{ мм}; \quad TA_{2.2} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_{10} выдерживается.

$$TK_{11} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{24} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_{11} выдерживается.

$$TK_{12} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{1.11} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_{12} выдерживается.

$$TK_{13} = 0,43 \text{ мм}; \quad TA_{1.13} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_{13} выдерживается.

$$TK_{14} = 0,2 \text{ мм}; \quad TA_{1.12} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_{14} выдерживается.

$$TK_{15} = 0,43 \text{ мм}; \quad TA_{1.7} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_{15} выдерживается.

$$TK_{16} = 0,62 \text{ мм}; \quad TA_{2.1} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_{16} выдерживается.

$$TK_1^D = 0,15 \text{ мм}; \quad TD_{13} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_1^D выдерживается.

$$TK_2^D = 0,3 \text{ мм}; \quad TD_{17} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_2^D выдерживается.

$$TK_3^D = 0,35 \text{ мм}; \quad TD_{16} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_3^D выдерживается.

$$TK_4^D = 0,27 \text{ мм}; \quad TD_{11} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер TK_4^D выдерживается.

$$TK_5^D = 0,043 \text{ мм}; \quad TD_{14} = 0,04 \text{ мм};$$

Размер TK_5^D выдерживается.

$TK_3^D = 0,43\text{мм}; TD_{15} = 0,12\text{ мм};$

Размер TK_6^D выдерживается.

$TK_7^D = 0,35\text{мм}; TD_{3.1} = 0,12\text{мм};$

Размер TK_7^D выдерживается.

$TK_8^D = 0,52\text{ мм}; TD_{2.2} = 0,12\text{мм};$

Размер TK_8^D выдерживается.

$TK_9^D = 0,52\text{ мм}; TD_{2.3} = 0,12\text{мм};$

Размер TK_9^D выдерживается.

8.Выбор оборудования и технологической процесса

Операция 1.2 Токарная

Токарно-Токарный станок с ЧПУ

модель DMG CTX 310 ecoline

Макс. диаметр точения

200 мм

Макс. длина заготовки при обработке в центрах (обрабатываемая)

455 мм

Макс. диаметр зажимного патрона

210 мм

Макс. частота вращения шпинделя

5 000 об/мин

Мощность (длительность включения 100 %)

11 кВт (АС)

Макс. внутренний диаметр зажимной втулки

65 мм

Операция 3 Горизонтально-фрезерный станок Модель: 6Т83

Наименование параметра	Величина
Размеры рабочей поверхности стола, мм	1600 x 400
Наибольшее перемещение стола, мм	
- продольное	1000 (1120*)
- поперечное	400
- вертикальное	420
Поворот стола в обе стороны, градусов	45
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	30-390 (280-640*)
Пределы частот вращения шпинделя, мин -1	31,5-1600 (50-2500*)
Диапазон подач стола, мм/минуту:	
- продольных	12,5-1600
- продольных (регулируемый)	5-3150*
- поперечных	12,5-1600
- поперечных (регулируемый)	5-3150*
- вертикальных	4,1-530
- вертикальных (регулируемый)	+
Ускоренное перемещение стола, мм/минуту:	
- продольное	4000
- поперечное	4000
- вертикальное	1330
Мощность электродвигателей приводов, кВт	
- основного шпинделя	11
- подач стола	3

Конус шпинделя по ГОСТ 30064-93	ISO 50
Максимальная масса обрабатываемой детали с приспособлением, кг	1250
Максимальное тяговое усилие приводов стола, Н:	
- продольное и поперечное	40000
- вертикальное	25000
Габаритные размеры, мм:	
- длина	2570
- ширина	2252
- высота	1770
Масса станка с электрооборудованием, кг	3900
Дополнительная по заказу:	
- цифровая индикация Ф1	+
- направляющие из фторопласта	+

9. Расчет и назначение режимов обработки на операциях

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

Операция 1:токарная

Переход 1:Подрезать торец

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] – Т15К6.

Подачу S назначаем по таблице 14 [4, с.366]. $s = 1$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot s^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=15-60$ мин [4, с.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 47$; $m = 0,2$; $x = 1$; $y = 0,8$;– определены по таблице 17 [4, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (10)$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, с.360]: $K_{MV} = 1$.

По табл.5 [4, с.361]: $K_{ПV} = 0,9$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{IV} = 1.15$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1.15 = 1.035;$$

Скорость резания определяем

$$v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 1^{0,8}} \cdot 1.035 = 21.44 \text{ м/мин};$$

1. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 21.44}{\pi \cdot 23} = 296.87 \text{ об/мин};$$

переход 2: точение поверхности:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{11}^{cp})}{2} = \frac{(23 - 17.95)}{2} = 2,525 \text{ мм};$ Разделить на 2 рабочий ход : $t_1 = t_2 = t/2 = 2,525/2 = 1,2625 \text{ мм};$

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,2625^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1.035 = 190.27 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 190.27}{\pi \cdot 23} = 2634.58 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0.15$; $x = 1.0$; $y = 0.75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0.35} = 0.897.$$

$$K_{mp} = 0.897; \quad K_{\varphi p} = 0.89; \quad K_{\gamma p} = 1.0; \quad K_{\lambda p} = 1.0; \quad K_{rp} = 1.0.$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0.35} \cdot 0.89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1.2625^1 \cdot 0.35^{0.75} \cdot 25.55^{-0.15} \cdot 0.798 = 845.85 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{845.85 \cdot 190.27}{1020 \cdot 60} = 2.629 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2.629}{0.95} = 2.76 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$2.76 < 16.5$$

переход 3: точение поверхности:

Материал режущего инструмента –Токарный станок .

ЧПУмодель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = \frac{(D_{11}^{cp} - D_{12}^{cp})}{2} = \frac{(17.95 - 17.445)}{2} = 0.2525$ мм; Разделить на 2 рабочий ход : $t_1 = t_2 = t/2 = 0.2525/2 = 0,1625$ мм;

Подача $s = 0,35$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0.1625^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1.035 = 258.78 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 258.78}{\pi \cdot 17.95} = 4591.3 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0.15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750}\right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,2625^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 25,55^{-0,15} \cdot 0,798 = 845,85 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{845,85 \cdot 258,78}{1020 \cdot 60} = 3,57 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,57}{0,95} = 3,76 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$3,76 < 16,5$$

переход 4: точение фаски:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = 0,23 \text{ мм};$

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,23^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1,035 = 245,55 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 245.55}{\pi \cdot 17.445} = 4975.6 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0.15$; $x = 1.0$; $y = 0.75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0.35} = 0.897.$$

$$K_{MP} = 0.897; \quad K_{\varphi P} = 0.89; \quad K_{\gamma P} = 1.0; \quad K_{\lambda P} = 1.0; \quad K_{rP} = 1.0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0.35} \cdot 0.89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1.115^1 \cdot 0.35^{0.75} \cdot 272.55^{-0.15} \cdot 0.798 = 523.76 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{523.76 \cdot 272.55}{1020 \cdot 60} = 2.332 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2.332}{0.95} = 2.45 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$2.45 < 16,5$$

переход 5: точение поверхности:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = \frac{(D_{11}^{cp} - D_{14}^{cp})}{2} = \frac{(17.95 - 14.2785)}{2} = 1.84 \text{ мм}$; Разделить на 2 рабочий ход : $t_1 = t_2 = t/2 = 1.84/2 = 0,92 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0.92^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1.035 = 199.524 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 199.524}{\pi \cdot 17.95} = 3539.98 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0.15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические

условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,92^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 199.524^{-0,15} \cdot 0,798 = 452.85 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{452.85 \cdot 199.524}{1020 \cdot 60} = 1.476 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1.476}{0,95} = 1.55 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$1.55 < 16,5$$

переход 6: точение фаски:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = 0.5 \text{ мм};$

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1,035 = 211,43 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 211,43}{\pi \cdot 17,95} = 3751,98 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{mp} = 0,897; \quad K_{\varphi p} = 0,89; \quad K_{\gamma p} = 1,0; \quad K_{\lambda p} = 1,0; \quad K_{rp} = 1,0.$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,92^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 211,43^{-0,15} \cdot 0,798 = 448,93 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{448,93 \cdot 211,43}{1020 \cdot 60} = 1,550 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1.550}{0,95} = 1.63 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$1.63 < 16,5$$

переход 7: точение поверхности:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = \frac{(D_{11}^{cp} - D_{15}^{cp})}{2} = \frac{(17.95 - 17.215)}{2} = 0.3675 \text{ мм};$ Разделить на 2 рабочий ход : $t_1 = t_2 = t/2 = 0.3675/2 = 0,18375 \text{ мм};$

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,18375^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1.035 = 254.05 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 254.05}{\pi \cdot 17.95} = 4507.38 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0.15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,92^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 254,05^{-0,15} \cdot 0,798 = 436,74 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{436,74 \cdot 254,05}{1020 \cdot 60} = 1,812 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,812}{0,95} = 1,907 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$1,907 < 16,5$$

переход 8: точение фаски:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = 1.6$ мм;

Подача $s = 0,35$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1.6^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1.035 = 183.631 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 183.63}{\pi \cdot 23} = 2542.66 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0.15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,92^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 183.63^{-0,15} \cdot 0,798 = 458.53 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{458.53 \cdot 183.63}{1020 \cdot 60} = 1.37 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1.37}{0.95} = 1.44 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$1.44 < 16.5$$

сверлильная операция:

переход 9: сверление отверстий:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Диаметр отверстия $D = 0.63$ мм;

Подача $s = 0.3$ мм/об;

Скорость резания, формула (13):

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad (13)$$

$$v = \frac{3.5 \cdot 0.63^{0.5}}{8^{0.12} \cdot 0.3^{0.45}} \cdot 1 = 3.72 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 3.72}{\pi \cdot 0.63} = 1880.49 \text{ об/мин};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_q, \quad (18)$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,041$; $q = 2,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 41 [4, с. 385]. Коэффициент $K_P = K_{MP} = 0,897$.

Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 0,63^2 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,897 = 0,0285 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,0285 \cdot 1880,49}{9750} = 0,005 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,05}{0,95} = 0,052 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$0,052 < 7,5$$

переход 10: сверление отверстий:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Диаметр отверстия $D = 1,325 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,3 \text{ мм/об}$;

Скорость резания, формула (13):

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \quad (13)$$

$$v = \frac{3,5 \cdot 1,325^{0,5}}{8^{0,12} \cdot 0,3^{0,45}} \cdot 1 = 5.39 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 5.39}{\pi \cdot 1,325} = 1295.51 \text{ об/мин};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_q, \quad (18)$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,041$; $q = 2,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 41 [4, с. 385]. Коэффициент $K_P = K_{MP} = 0,897$.

Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 1,325^2 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,897 = 0,1288 \text{ н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,1288 \cdot 1295.51}{9750} = 0,018 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,018}{0,95} = 0,02 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$0,02 < 7,5$$

Переход11: расточение отверстия:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = \frac{(D_{17}^{cp} - D_{16}^{cp})}{2} = \frac{(6.15 - 1.325)}{2} = 1.515 \text{ мм}$; Разделить на 2 рабочий ход : $t = 1.515 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,3 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле :

$$v = \frac{C_v D^q}{T_m t^x s^y} K_v$$

$$v = \frac{3,5 \cdot 6,15^{0,5}}{8^{0,12} \cdot 1,515^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1 = 8.08 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 8.08}{\pi \cdot 6.15} = 418.41 \text{ об/мин};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_q, \quad (18)$$

Значения коэффициентов: $C_m = 0,041$; $q = 2,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 41 [4, с. 385]. Коэффициент $K_p = K_{MP} = 0,897$.

Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 6.15^2 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,897 = 2.775 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2.775 \cdot 418.41}{9750} = 0,119 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,119}{0,95} = 0,125 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$0,125 < 7,5$$

переход 12: расточение отверстия:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

$$\text{Глубина резания} \quad t = \frac{(D_{12}^{cp} - D_{17}^{cp})}{2} = \frac{(17.445 - 6.15)}{2} =$$

5.64мм; Разделить на 2 рабочий ход : $t = 5.64 \text{ мм};$

Подача $s = 0,3 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле :

$$v = \frac{C_v D^q}{T_m t^x s^y} K_v$$

$$v = \frac{3,5 \cdot 17.445^{0.5}}{8^{0.12} \cdot 5,64^{0.15} \cdot 0,3^{0.2}} \cdot 1 = 11.19 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 11.19}{\pi \cdot 6.15} = 579.46 \text{ об/мин};$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_q, \quad (18)$$

Значения коэффициентов: $C_m = 0,041$; $q = 2,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 41 [4, с. 385]. Коэффициент $K_p = K_{MP} = 0,897$.

Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 6.15^2 \cdot 0,1^{0.7} \cdot 0,897 = 2.775 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2.775 \cdot 579.46}{9750} = 0,16 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,16}{0,95} = 0,17 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$0,17 < 7,5$$

Операция 2:токарная

переход 1: подрезка торца

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 116] –Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Подачу S назначаем по таблице 14 [4, с.366]. $s = 1 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60 \text{ мин}$ [4, с.363], принимаем $T=60 \text{ мин};$

Значения коэффициентов: $C_v = 47; m = 0,2; x = 1; y = 0,8 ;$ – определены по таблице 17 [4, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (10)$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{IV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, с.360]: $K_{MV} = 1$.

По табл.5 [4, с.361]: $K_{PV} = 0,9$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{IV} = 1.15$

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1.15 = 1.035;$$

Скорость резания определяем

$$v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,8}} \cdot 1.035 = 21.44 \text{ м/мин};$$

1. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 21.44}{\pi \cdot 23} = 296.87 \text{ об/мин};$$

переход 2: точение поверхности:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = \frac{(D_{01}^{cp} - D_{2,1}^{cp})}{2} = \frac{(23 - 18.625)}{2} = 2,1875 \text{ мм}$; Разделить на 2 рабочий ход : $t_1 = t_2 = t/2 = 2,1875/2 = 1,09 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,3 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1,09^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1.035 = 200.6 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 200.6}{\pi \cdot 23} = 2777.62 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = 1$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,09^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 200,6^0 \cdot 0,798 = 1057,77 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1057,77 \cdot 200,6}{1020 \cdot 60} = 3,467 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{3,467}{0,95} = 3,64 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$3,64 < 16,5$$

переход 3: точение фаски:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = 0,6 \text{ мм};$

Подача $s = 0,35 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1,035 = 212,73 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 212,73}{\pi \cdot 18,4} = 3681,97 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0.15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$
 – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,6^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 212,73^{-0,15} \cdot 0,798 = 292,51 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{292,51 \cdot 212,73}{1020 \cdot 60} = 1,0167 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1,0167}{0,95} = 1,07 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{ст} \leq N;$$

$$1,07 < 16,5$$

переход 4: точение фаски:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = 0.8$ мм;

Подача $s = 0,35$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0.8^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1.035 = 203.75 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 203.75}{\pi \cdot 18.4} = 3513.57 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0.15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

– определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = \left(\frac{550}{750}\right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,8^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 203.75^{-0.15} \cdot 0,798 = 392.77 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{392.77 \cdot 203.75}{1020 \cdot 60} = 1.307 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{1.307}{0,95} = 1.376 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$1.376 < 16,5$$

переход 5: точение поверхности:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Глубина резания $t = \frac{(D_{0.1}^{cp} - D_{2,3}^{cp})}{2} = \frac{(23-20)}{2} = 1.5 \text{ мм};$ Подача $s = 0,3 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле (9):

$$v_1 = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 1.5^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1.035 = 215.95 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 215.95}{\pi \cdot 23} = 2990.16 \text{ об/мин};$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (11)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = 1$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [4, с.372].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [4, с.371]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} = 0,897.$$

$$K_{MP} = 0,897; \quad K_{\varphi P} = 0,89; \quad K_{\gamma P} = 1,0; \quad K_{\lambda P} = 1,0; \quad K_{rP} = 1,0.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,35} \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,798;$$

Главная составляющая силы резания, формула (11):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.225 \cdot 0.3^{0,75} \cdot 215.95^{-0.15} \cdot 0,798 = 97.49 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{97.49 \cdot 215.95}{1020 \cdot 60} = 0.344 \text{ кВт};$$

Мощность станка:

$$N_{\text{ст}} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.344}{0,95} = 0.36 \text{ кВт}.$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{ст}} \leq N;$$

$$0.36 < 16,5$$

переход 6: нарезание резьбы:

Материал режущего инструмента –

Токарный станок . ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline

Число рабочих ходов назначаем по таблице 114 [4, с.428].

Черновые ходы: 3 раза; Чистовые ходы: 2 раза; Общее число рабочих ходов: 5 раз.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{(23-20)/2}{5} = 0,3 \text{ мм};$$

Подача равна шагу резьбы, $s = 1,5 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^m \cdot s^y} K_v, \quad (16)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 118 [4, с.430], $T=70 \text{ мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 244$; $m = 0,2$; $x = 0,23$; $y = 0,3$;
определены по таблице 118 [4, с.430].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{cv}, \quad (17)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;

K_{CV} – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы.

По табл.3 [4, с.360]: $K_{MV} = 1$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{IV} = 1$.

$K_{CV} = 1$, если резьба нарезается черновым и чистовым резцами. [4, с.431]

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{cv} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1;$$

Скорость резания, формула (16):

$$v = \frac{244 \cdot 5^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 1 = 134 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 134}{\pi \cdot 20} = 2133 \text{ об/мин};$$

Операция 3: фрезерованная операция:

Горизонтально-фрезерный станок Модель: 6Т83

переход 1

Материал режущего инструмента выбираем по таблице 3 [2, с. 180] – Т15К6.

Режущий инструмент по таблице 74 [2, с.262]: концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 1725-71 в ред. 1995г.): $D = 50 \text{ мм}$; $L = 104 \text{ мм}$; $l = 38 \text{ мм}$; $z = 6$.

Глубина резания: $t = 3 \text{ мм}$;

Подача по таблице 77 [2, с.404] для данной глубины резания:
подача на зуб $S_z = 0,06 \text{ мм/зуб}$. Подача на оборот: $S = S_z \cdot Z = 0,06 \cdot 14 = 0,84 \text{ мм/об}$.

Скорость резания определяется по формуле [2, с.406]:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y B^u Z^p} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 80 \text{ мин}$ – определены по таблице 82 [2, с.411].

Значения коэффициентов: $C_v = 690$; $q = 0,2$; $u = 0,1$; $p = 0$; $m = 0,35$; $x = 0,3$; $y = 0,4$ – определены по таблице 81 [2, с.407].

Коэффициент K_v определяется по формуле [2, с.406]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv};$$

Где K_v – произведение ряда коэффициентов.

K_{mv} – определяется по формуле [2, с.358]:

$$K_{mv} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_\Gamma = 1,1$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$n_v = 1,0$ – определены по таблице 2 [2, с.359];

$K_{pv} = 0,9$ – определены по таблице 5 [2, с.361];

$K_{iv} = 1,0$ – определены по таблице 6 [2, с.361];

Тогда

$$K_{mv} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,1 \cdot \left(\frac{750}{655} \right)^{1,0} = 1,23,$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1.23 \cdot 0.9 \cdot 1.0 = 1.1;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{690 \cdot 50^{0.2}}{120^{0.35} \cdot 3^{0.3} \cdot 0.84^{0.4} \cdot 4^{0.1} \cdot 14^0} \cdot 1.1 = 390.717 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя определяется по формуле [2, с.386]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot 50} = \frac{1000 \cdot 390.717}{\pi \cdot 50} = 2484.07 \text{ об/мин};$$

Где v -скорость резания, d -диаметр инструмента.

Подача на минуту: $S_m = S_o \cdot n = 0.06 \cdot 2484.07 = 149.04 \text{ мм/мин.}$

Фактическая подача на минуту резания: $S = 149.04 \text{ мм/мин}$ (горизонтально-фрезерный станок 6К82Г).

После определения расчетных оборотов шпинделя, рассчитываем главную окружную силу резания. Главная окружная сила резания, H , определяется по формуле [2, с.406]:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n}{D^q n^w} K_{MP}$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 83 [2, с.412]: $C_p=68.2$; $x=0.86$; $y=0.72$; $u=1.0$; $q=0.86$; $w=-0$.

K_{MP} —определяется по формуле [2, с.362]: $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$

$n = 0.3$ — определены по таблице 9 [2, с.362],

$$K_{MP} = \left(\frac{655}{750}\right)^{0.3} = 0.96,$$

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B_z^n}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,84^{0,72} \cdot 6}{50^{0,86} \cdot 876^0} \cdot 0,96$$

$$= 3080,24 \text{ Н.}$$

Крутящий момент определяется по формуле [2, с.411]:

$$M_{KP} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

Где P_z – сила резания, D – диаметр заготовки.

$$M_{KP} = \frac{3080,24 \cdot 50}{2 \cdot 100} = 77,06 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность резания определяется по формуле [2, с.411]:

$$N = P_z \cdot V = \frac{3080,24 \cdot 55}{60} \text{ Вт} = 282,55 \text{ Вт} = 0,28 \text{ кВт}$$

Где P_z – сила резания, V – скорость резания.

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,28}{0,75} = 0,37 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

Мощность электродвигателей горизонтально-фрезерного станка 6K82Г:

$$N_{ст} = 5,5 \text{ кВт.}$$

$$N_{пр} = 0,37 \text{ кВт} < N_{ст} = 5,5 \text{ кВт.}$$

10. Расчет основного времени для каждой операции и перехода
Основное время для **токарных** работ определяем по формуле [5, с. 611]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;
 i – число рабочих ходов;
 n – частота вращения шпинделя, об/мин;
 S – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;
 l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице [5, с.620];
 l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице [5, с.620].

Основное время для **сверлильных и расточных** работ определяем по формуле [5, с. 612]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;
 n – частота вращения шпинделя, об/мин;
 S – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 612]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;
 l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице [5, с.621];
 l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице [5, с.621].

Основное время для **фрезерных** работ определяем по формуле [5, с. 614]:

$$T_o = \frac{L}{S_m}$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;
 S – подача на зубе, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 613]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;
 l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице [2, с.623];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице [2, с.623].

Основное время для резьбонарезных работ машинными метчиками определяем по формуле [5, с. 613]:

$$T_o = \frac{L + L_{всп}}{n \cdot P}$$

Где L –расчётная длина обработки, мм;

$L_{всп}$ –длина вспомогательного хода метчика;

n –частота вращения шпинделя, об/мин;

P –шаг.мм

Расчётная длина обработки [5, с. 610]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм– определены по таблице [5, с.622];

l_2 – величина перебега инструмента, мм– определены по таблице [5, с.622].

Операция 1.

переход 1

$$T_o = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(12.5+5+1)*1}{296.87*0.25} = 0.25 \text{ мин}$$

переход 2

$$T_o = \frac{l_1+l_2+l_3}{n*S} = \frac{34+2+2}{2634.58*0.35} = 0.041 \text{ мин}$$

переход 3

$$T_o = \frac{l_1+l_2+l_3}{n*S} = \frac{7.6+2+1}{4591.3*0.35} = 0.006 \text{ мин}$$

переход 4

$$T_o = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(0.4+5+1)*1}{4127.07*0.35} = 0.004 \text{ мин}$$

переход 5

$$T_o = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(3.6+5+2)}{3539*0.35} = 0.008 \text{ мин}$$

переход 6

$$T_o = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(0.5+5+1)*1}{3751.98*0.35} = 0.004 \text{ мин}$$

переход 7

$$T_o = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(9+1)*1}{4507.38*0.35} = 0.006 \text{ мин}$$

переход 8

$$T_o = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(7+2.5)*1}{2542.66*0.35} = 0.01 \text{ мин}$$

переход 9

$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(5.75+1)*1}{1880.49*0,35} = 0,01 \text{мин}$$

переход 10

$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(9+1)*1}{1295*0,35} = 0,02 \text{мин}$$

переход 11

$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(7+2.5)*1}{418*0,35} = 0,064 \text{мин}$$

переход 12

$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(5.75+1)*1}{579*0,35} = 0,033 \text{мин}$$

Операция 2.

переход 1

$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(12.5+5+1)*1}{296.87*0.25} = 0.25 \text{мин}$$

переход 2

$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(4+5+1)}{2777*0,35} = 0.12 \text{мин}$$

переход 3

$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(0,6+5+1)*1}{3681*0,35} = 0,05 \text{мин}$$

переход 4

$$T_0 = \frac{l_1+l_2+l_3}{n*S} = \frac{0.8+1+5}{3513*0,35} = 0,06 \text{мин}$$

переход 5

$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(7.6+5+1)*1}{2990.16*0,35} = 0,012 \text{мин}$$

переход 6

$$T_0 = \frac{l_1+l_2+l_3}{S_M} = \frac{7.6+5+1}{1*2133} = 0.06 \text{мин}$$

Операция 3.

переход 1

$$T_0 = \frac{(l+l_1+l_2)*i}{n*s} = \frac{(12.5+5+1)*1}{2484.07*0.25} = 0.25 \text{мин}$$

9. Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шт.к.}$ [2, с. 101]

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{шт}$$

Штучное время определяем по формуле [2, с.101]:

$$T_{шт} = T_0 + T_в + T_{об} + T_{от}$$

где T_0 -основное время,мин

$T_в$ -вспомогательное время,мин

$T_{об}$ -время на обслуживание рабочего места,мин

$T_{от}$ -время перерывов на отдых и личные надобности,мин

Вспомогательное время определяем по формуле [9, с.101]:

$$T_{всп.} = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из};$$

где $T_{уст.}$ - время на установку и снятие детали по таблице 5.2. [2, с.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали по таблице 5.7. [2, с.201];

$T_{уп}$ - время на управление станком по таблице 5.8. [2, с.202];

$T_{из}$ - время на измерение детали по таблице 5.12. [2, с.207];

Время на обслуживание и отдых: $T_{о.т.}=7\%*T_0$ [2, с.214] табл.6,1

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з.}$ [2, с.215] табл.6,3

n-количество деталей в настроечной партии, n=1000шт.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_0 + T_в + T_{о.т.}$$

Операция 1:

$$T_0=0.429\text{мин}$$

$$T_{у.с}=0,06\text{мин} \quad [2, \text{с.197}] \text{ табл.5,1}$$

$$T_{з.о.}=0,04\text{мин} \quad [2, \text{с.202}] \text{ табл.5,7}$$

$$T_{у.п.}=0,04+0,06+0,06=0,16\text{мин} \quad [2, \text{с.205}] \text{ табл.5,9}$$

$$T_{и.з.}=0,2+0,18=0,38\text{мин} \quad [2, \text{с.209}] \text{ табл.5,16}$$

$$T_{всп.} = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}=0,64\text{мин}$$

$$T_{о.т.}=7\%*T_0=7\%*0.429=0,03\text{мин}$$

$$T_{п.з.}=7\text{мин}$$

$$T_{шт} = T_{об} + T_0 + T_в + T_{о.т.}=0.429+0,768+0,802=1.98\text{ми}$$

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_0 + T_в + T_{о.т.} = \frac{7}{1000} + 0.429 + 0,768 + 0,802 = 2.006\text{мин}$$

Операция 2:

$$T_0=0.3\text{мин}$$

$$T_{у.с}=0,08\text{мин} \quad [2, \text{с.197}] \text{ табл.5,1}$$

$$T_{з.о.}=0,052\text{мин} \quad [2, \text{с.202}] \text{ табл.5,7}$$

$$\begin{aligned}
T_{у.п} &= 0 \text{ мин} \\
T_{и.з} &= 0,12 + 0,16 + 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,16 + 0,16 + 0,16 + 0,41 + 0,41 + \\
&\quad 0,12 + 0,21 = 2,39 \text{ мин} \quad [2, \text{ с.209}] \text{ табл.5,16} \\
T_{всп.} &= T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из} = 0,08 + 0,052 + 2,39 = 2,522 \text{ мин} \\
T_{о.т} &= 7\% * T_0 = 7\% * 25,998 = 1,82 \text{ мин} \\
T_{п.з} &= 10 \text{ мин} \\
T_{шт} &= T_{об} + T_0 + T_в + T_{о.т} = \frac{10}{1000} + 0,3 + 2,522 + 1,82 = 4,343 \text{ мин} \\
T_{шт.к} &= \frac{T_{п.з}}{n} + T_0 + T_в + T_{о.т} = \frac{10}{1000} + 0,3 + 2,522 + 1,82 = 4,652 \text{ мин}
\end{aligned}$$

Операция 3:

$$\begin{aligned}
T_0 &\approx 0,25 \text{ мин} \\
T_{у.с} &= 0,17 \text{ мин} \quad [2, \text{ с.197}] \text{ табл.5,1} \\
T_{з.о} &= 0,058 \text{ мин} \quad [2, \text{ с.202}] \text{ табл.5,7} \\
T_{у.п} &= 0,06 \text{ мин} \quad [2, \text{ с.205}] \text{ табл.5,9} \\
T_{и.з} &= 0,12 \text{ мин} \quad [2, \text{ с.209}] \text{ табл.5,16} \\
T_{всп.} &= T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из} = 0,408 \text{ мин} \\
T_{о.т} &= 7\% * T_0 = 7\% * 5 = 0,35 \text{ мин} \\
T_{п.з} &= 3 \text{ мин} \\
T_{шт.к} &= \frac{T_{п.з}}{n} + T_0 + T_в + T_{о.т} = 0,052 + 0,408 + 0,35 = 0,81 \text{ мин} \\
T_{шт.к} &= \frac{T_{п.з}}{n} + T_0 + T_в + T_{о.т} = \frac{12}{1000} + 0,052 + 0,408 + 0,35 = 0,92 \text{ мин}
\end{aligned}$$

II. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1. Техническое задание

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

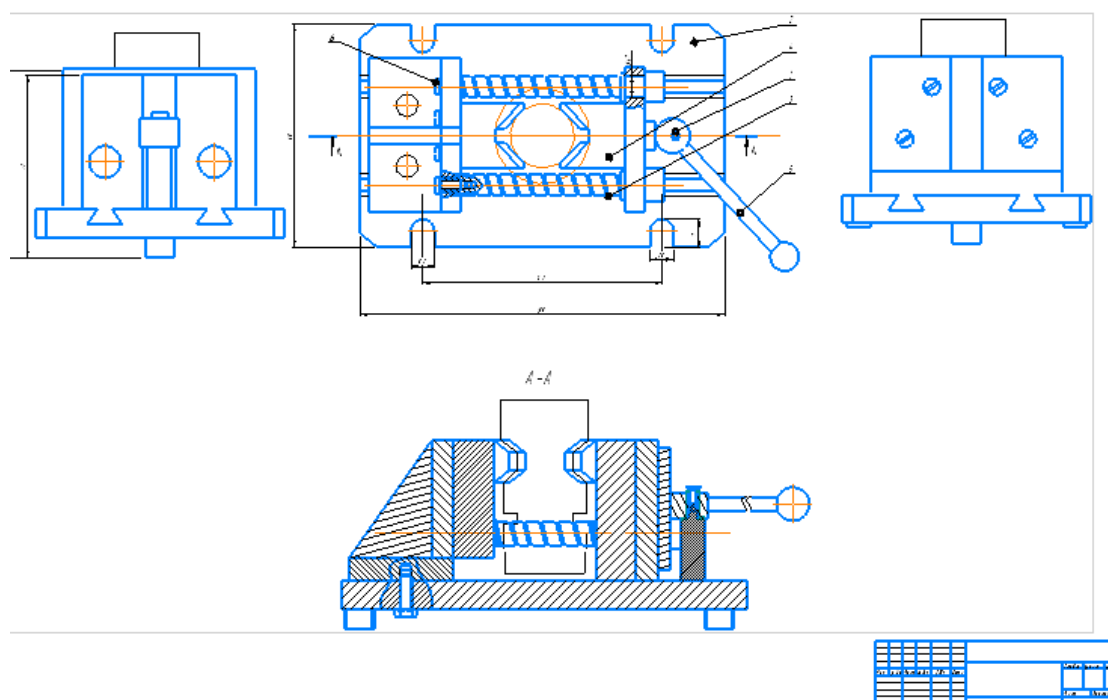
Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Стоп18х1,5» на Вертикально-сверлильном станке модели PROMA E-1516B/400.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Стоп М18х1,5».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Стоп М18х1,5» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> –среднесерийный <u>Программа выпуска</u> - 10000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модель PROMA E-1516B/400. <u>Входные данные</u> о заготовке, поступающей на сверлильную операцию: высота заготовки $24 \pm 0,025$ мм, Диаметр $\phi 24^{+0,05}$ мм. Ra 4,0мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

2. Выбор базовой конструкции и описание приспособления

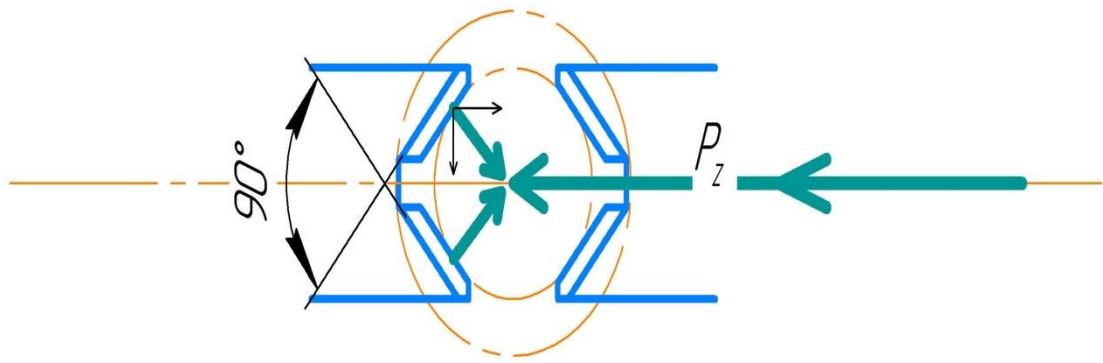
Э т о приспособление, состоящее из кулачка, блока 4v, 7 пазов, 5 ручек и т. Д. Он используется для зажима детали и работы с резак на его поверхности.



3.Определение необходимой силы зажима.

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,84^{0,72} \cdot 6}{50^{0,86} \cdot 876^0} \cdot 0,96$$

$$= 3.08k \text{ Н.}$$



$$F \cdot \sin \theta \cdot 2 = P_z = 3.08 \text{ kN}$$

$$F = \frac{P_z}{2 \sin \theta} = \frac{3.08}{2 \cdot \sqrt{2}/2} = 2.17 \text{ kN}$$

Заключение

Тема моего дипломного проекта – Разработка технологического процесса детали типа «Цилиндр». В первой части даны элементы теории размерных цепей. Вторая часть посвящена размерному анализу спроектированных технологических процессов изготовления деталей. Здесь рассматривается построение размерных схем технологических процессов и графов технологических размерных цепей, расчет значений припусков и конструкторских размеров, обеспечиваемых спроектированным технологическим процессом. В третьей части изложены основные вопросы размерного анализа проектируемых технологических процессов изготовления деталей: определение допусков на технологические размеры, расчет минимальных припусков на обработку и технологические размеры, включая размеры исходной заготовки. Потом, рассчитаны технологические времени и проектировано приспособление.

Список литературы

1, Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей:

учебное пособие/В.Ф.Скворцов.-2-е изд.2009.-91 с.

2, Основы технологии машиностроения: учеб. пособие/В.Ф.Скворцов.-2-е изд.2016.-330 с.

3, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. Горбачев А.Ф., Шкрел В.А. 2015.-256 с.

4, Справочник технолога-машиностроителя 2. Дальский А.М., Суслов А.Г., 2003 г. 944 с.

5, Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А.Панов, В.В.Аникин и др. 2004.-784 с.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Л41	Цзян Боюань

Школа	Инженерная Школа Новых Производственных Технологий	Кафедра	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

**Тема работы: Разработка технологического процесса изготовления
детали типа «стоп».**

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов для изготовления детали типа «стоп»	<p>1. Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</p> <p>2. Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</p> <p>1 разряд - 60 руб./час. 2 разряд – 76,5 руб./час. 3 разряд – 97,56 руб./час. 4 разряд – 124,44 руб./час. 5 разряд – 158,7 руб./час. 6 разряд – 202,5 руб./час.</p> <p>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</p> <p>3. Тариф на электроэнергию – 5,9 руб/кВт.ч.</p>

<p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	<p>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0,06 - затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих - затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации - затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной зарплаты основных рабочих. - общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих - общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих. - расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости
<p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1. Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ 2. Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ 3. Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	

1. Расчет себестоимости изготовления детали типа «стоп»	1. Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов) 2. Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды. 3. Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. 4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов. 5. Провести расчет себестоимости.
2. Расчет цены детали типа «стоп» с НДС	Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	Кандидат экономических наук		01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Цзян Боюань		01.03.2018

1. Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

Для промышленных предприятий рекомендуется группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства;
9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;

11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели.

Затраты на основные материалы для каждого (i -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле:

$$C_{Moi} = \omega_i \cdot \Pi_{mi} \cdot (1 + k_{тз}),$$

где ω_i – норма расхода материала i -го вида на изделие (деталь);

Π_{mi} – цена материала i -го вида, ден. ед./кг.;

$k_{тз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{тз} = 0,06$).

По данным сайта <http://www.galakmet.ru/sklad/duralevyj-prutok/> стоимость дюраливого прутка диаметром 220мм составляет 283000 руб./т. Цена за один килограмм составит $\Pi_{m1} = 283$ руб, норма расхода материала на

изделие $\omega_1 = 1.45$ кг. Производим расчет:

$$C_{Mo1} = \omega_1 \cdot C_{m1} \cdot (1 + k_{тз}) = 1.45 \cdot 283 \cdot (1 + 0,06) = 650 \text{ руб};$$

Т.к. для расчета используется единственный материал, то

$$C_{Mo} = C_{Mo1} = 650 \text{ руб};$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы:

$$C_{Mb} = C_{Mo} \cdot 0,02 = 650 \cdot 0,02 = 13 \text{ руб};$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mb} = 650 + 13 = 663 \text{ руб};$$

3. Расчет затрат по статье

«Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты»

Сюда включаются затраты на приобретение покупных комплектующих изделий и полуфабрикатов, подвергающихся дополнительной обработке на данном предприятии для получения готовой продукции или необходимые для ее укомплектования. Т.к. в технологии изготовления используется листовой горячекатаный прокат, то расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты» не производится.

4. Расчет затрат по статье «Возвратные отходы»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле:

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (B_{чр} - B_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от},$$

где $M_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;

$$(1.45 - 0.53 = 0.92 \text{ kg})$$

$Ц_{от}$ – цена отходов, по данным сайта

<http://www.f-vm.ru/price> стоимость лома из алюминия д16 составляет 46.3 руб./кг ;

$B_{чр}$ – масса заготовки равна 1 кг (габариты заготовки 220x51);

$B_{чст}$ – чистая масса детали равна 0,78 кг;

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

Производим расчет:

$$\begin{aligned} C_{от} &= (B_{чр} - B_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от} = (1.45 - 0.53) \cdot (1 - 0.02) \cdot 46.3 \\ &= 41.74 \text{ руб.} \end{aligned}$$

5. Расчет затрат по статье

«Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, связанных с изготовлением продукции. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести по формуле:

$$C_{\text{озп}i} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_i \cdot k_{\text{пр}},$$

где $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин;

$K_0 = 3$ – количество операций в процессе;

ЧТС_i – часовая тарифная ставка на i -й операции;

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1.4.

Разряды рабочих:

1-я операция (заготовительная): рабочий 3-го разряда;

2-я операция (токарная): рабочий 5-го разряда;

3-я операция (токарная): рабочий 5-го разряда;

Часовые тарифные ставки:

ЧТС рабочего 3-го разряда = 97,56 руб./ч;

ЧТС рабочего 5-го разряда = 158,7 руб./ч;

$$C_{\text{озп1}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_{1\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_3 \cdot k_{\text{пр}} = \frac{20.06}{60} \cdot 97,56 \cdot 1,4 = 45.66 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп2}} = \frac{25.22}{60} \cdot 158,7 \cdot 1,4 = 57.4 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп3}} = \frac{9.2}{60} \cdot 158,7 \cdot 1,4 = 20.9 \text{ руб/шт}$$

$$C_{\text{озп}} = \sum C_{\text{озпи}} = 123.96 \text{ руб/шт}$$

6. Расчет затрат по статье

«Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

Данная статья учитывает предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле:

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}},$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, ден. ед.;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 12.396 \cdot 0,1 = 12.39 \text{ руб.}$$

7. Расчет затрат по статье

«Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Здесь включаются отчисления по установленным законодательством нормам в фонд социальной защиты населения, пенсионный фонд, медицинское страхование и на др. соц. нужды.

$$C_n = (C_{озп} + C_{дзп}) \cdot (C_{с.н} + C_{стр})/100,$$

где $C_{озп}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{дзп}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{с.н.}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{стр}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%).

$$C_n = \frac{(123.96 + 1.239) \cdot (30 + 0,7)}{100} = 418.3 \text{ руб.}$$

8. Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В этой статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, моделей, опок, кокилей, штампов и пресс-форм, служащих для производства строго определенных изделий. По данной технологии расчет по статье не производится.

9. Расчет затрат по статье

«Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Данная статья включает следующие виды расходов:

- a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутризаводское перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

Элемент «а» амортизация оборудования и определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула:

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_i \cdot H_{ai},$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – то же для j -го типа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$H_{обi}$ и $H_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}},$$

где $T_{\text{ти}}$ – срок полезного использования, лет.

Для всех станков примем:

$$H_a = \frac{1}{10} = 0.1;$$

Таблица 1 – Стоимость станков

Станок	Балансовая стоимость, руб.
Токарный станок с ЧПУ модель DMG CTX 310 ecoline	3850764

Таблица 2 – Стоимость оснастки

Оснастка	Балансовая стоимость, руб.
Трехкулачковый самоцентрирующий	45000

патрон	
--------	--

Для оснастки примем:

$$H_a = \frac{1}{3} = 0.33;$$

Амортизация оборудования:

$$A_{\text{год}} = 3850764 \cdot 0,1 + 45000 \cdot 0,33 = 399926,4 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования:

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.; P – количество операций в технологическом процессе; $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции процесса, $i = 1, \dots, P$; F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

При фонде времени $F_i = 16$ часов:

$$l_{\text{кр}} = \frac{5 \cdot 317,2/60}{16 \cdot 5} = 0,033$$

Если $l_{\text{кр}} \leq 0,6$, то амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки) $C_a = (A_{\text{г}}/N_{\text{в}}) \cdot (l_{\text{кр}}/\eta_{\text{з.н.}})$,

где $\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для мелкосерийного – 0,75).

$$C_a = \frac{399926,4}{5} \cdot \frac{0,033}{0,75} = 3519,35 \text{ руб.}$$

Элемент «б» (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплате и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (123,96 + 1.239 + 418,3) \cdot 0,4 = 217.339 \text{ руб.}$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 7204,59 \cdot 0,2 = 1440,92 \text{ руб.}$$

- затраты на все виды энергии потребляемые в процессе работы оборудования. Учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{\text{эл.п}} = C_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot t_i^{\text{маш}}$$

где $C_{\text{э}}$ – тариф на эл.энергию ден. ед. / кВт.ч. (на май 2018 – 5,9 руб./ кВт.ч.); $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в

сети (1,05); W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i -й операции; K_{mi} – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принять равным 0,6–0,7).

$$\begin{aligned} C_{\text{эл.п}} &= 5,9 \cdot 1,05 \cdot \\ &\cdot ((32,1/60 \cdot 0,7 \cdot 37) + (16,4/60 \cdot 0,7 \cdot 21) \\ &+ (15,6/60 \cdot 0,7 \cdot 21) + (11,18/60 \cdot 0,7 \cdot 8,09) \\ &+ (17/60 \cdot 0,7 \cdot 21) + (11,77/60 \cdot 0,7 \cdot 8,09) \\ &+ (14,18/60 \cdot 0,7 \cdot 7,5) + (103,78/60 \cdot 0,7 \cdot 6,5)) \\ &= 230,07 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Элемент «с» (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100–120% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2) = 1563,07 \cdot 1 = 1563,07 \text{ руб.}$$

Элемент «е» погашение стоимости инструментов, в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле:

$$C_{\text{ин}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{\text{ин}} \cdot t_{\text{рез.}i} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}i} \cdot n_i},$$

где $C_{\text{ин}}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, i
 $= 1, \dots, P$;

$t_{\text{рез.}i}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й
операции, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов;

$T_{\text{ст.и.}i}$ – период стойкости инструмента, мин.;

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента;

$k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных
расходов ($k_{\text{тз}}=0,06$).

Таблица 3 – Стоимость инструмента

Наименование инструмента	Время работы (t), мин	Стойкость (T), мин	Количество переточек (n)	Цена, руб.	$\frac{C_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез}} \cdot m}{T_{\text{ст.и}} \cdot n}$
Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342-2000-PC 1730	3,46	120	4	14000	100,9
Торцевая фреза Sandvik CoroMill 415 A415-32T16-07H с СМП A415N-07 03 10M-M30 1130	0,72	80	4	17500	39,37
Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342-0600-PC 1730	1,29	60	1	5400	116,1
Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2N342-1200-PC 1730	2,03	100	3	12000	243,6

Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura 2P340-0250-PA 1630	1,53	36	0	4900	208,25
Концевая радиусная фреза Sandvik CoroMill Plura 1B240-0600-XA 1630	0,07	40	0	2400	4,2
Концевая фреза Sandvik CoroMill Plura R216.42-01030-AJ10G 1620	0,14	25	0	6500	36,4
Концевая радиусная фреза Sandvik CoroMill Plura 1B230-0250-XA 1630	0,4	40	0	3500	35
Сверло Sandvik CoroDrill 860 860.1-0700-04010-PM 4234	0,62	40	3	7500	38,75
Метчик Sandvik CoroTap 300 EX09PM8	0,04	50	0	3000	2,4
Сверло Sandvik CoroDrill 860 860.1-0600-019A1-PM 4234	0,02	50	3	8000	1,06
Шлифовальный круг 200х40х76 14A16C1K1A30 ГОСТ 2424-83	2,85	30	80	480	0,57
Головка шлифовальная цилиндрическая AW 8х20 24A25H CM1KA30 1кл. ГОСТ 2447-82	0,08	25	10	200	0,064

$$C_{ион} = (1 + 0,06) \cdot (100,9 + 39,37 + 116,1 + 243,6 + 208,25 + 4,2 + 36,4 + 35 + 38,75 + 2,4 + 1,06 + 0,57 + 0,064) = 876,3 \text{ руб.}$$

10. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

Общехозяйственные расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{оц}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии

конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 - 0,8) = 1563,07 \cdot 0,8 = 1250,45 \text{ руб.}$$

Приблизленно можно дифференцировать значения $k_{\text{оп}}$ в зависимости от типа производства: единичное – 0,8.

11. Расчет затрат по статье «Технологические потери»

В этой статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Эти потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

12. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом

производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента $k_{\text{ох}}$, устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{\text{ох}} = 0,5$, т.е.

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{ох}} = 1563,07 \cdot 0,5 = 781,53 \text{ руб.}$$

13. Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

14. Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

15. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: хранение и упаковка на складах готовой продукции; доставку продукции на станции и в порты отправления; рекламу и сбытовую сеть; комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Эти расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости.

$$\begin{aligned}C_{плз} &= \sum C_i \cdot 0,01 \\&= (209,59 + 35,16 + 1563,07 + 156,3 + 527,84 + 7204,59 + \\&\quad + 1440,92 + 230,07 + 1563,07 + 876,3 + 1250,45 + 781,53) \cdot 0,01 \\&= 158,38 \text{ руб.}\end{aligned}$$

16. Расчет прибыли

Прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$\begin{aligned}\Pi &= \sum C_i \cdot 0,2 \\&= (209,59 + 35,16 + 1563,07 + 156,3 + 527,84 + 7204,59 \\&\quad + 876,3 \\&\quad + 1440,92 + 230,07 + 1563,07 + 1250,45 + 781,53 + 158,38) \cdot 0,2 \\&= 3199,45 \text{ руб;} \\ \Pi_{\text{себ.ст.}} &= 15997,25 \text{ руб.}\end{aligned}$$

17. Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$НДС = П_{\text{себ.ст.}} \cdot 0,18 = 15997,25 \cdot 0,18 = 2879,5 \text{ руб.}$$

18. Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\begin{aligned} \text{Цена} &= П_{\text{себ.ст.}} + П + НДС = 15997,25 + 3199,45 + 2879,5 \\ &= 22076,2 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Таблица Стоимость изготовления детали

№	Статьи расходов	Расход на единицу, Руб.
1	Затраты на основные материалы	663
2	Возвратные отходы	41.47
3	Основная заработная плата производственных рабочих	123.96
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	27,3
5	Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные Фонды	92,16

6	Расходы по содержанию и эксплуатации машины оборудования	3519.35
7	Общесеховые расходы	1250.45
8	Общехозяйственные расходы	781.53
9	Расходы на реализацию	158.38
10	Прибыли	3199
11	НДС	2879
12	Цена изделия	22076

В ы в о д :

в ходе расчетов себестоимости продукции, была определена конечная стоимость детали типа «Матрица нижняя». Учитывая специфику производства - единичное, стоимость изделия может быть увеличена в зависимости от ценовой политики предприятия. В случае если оснастка и инструмент учитываются в себестоимости изготовления продукции, то согласно законодательству РФ цена готового изделия может увеличиться более чем на 40%.

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л41	Цзян Бо юань

Школа	Инженерная Школа Новых Производственных Технологий	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема работы: Разработка технологического процесса детали типа «стоп».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является рабочее место работника-цех. Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и тд. Область применения: автоматизация технологического процесса
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при	Анализ выявленных вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> – недостаточная освещенность рабочей зоны; – отклонение параметров микроклимата в помещении; – повышенный уровень шума/вибрация; – вредные вещества; Психофизические факторы: <ul style="list-style-type: none"> – повышенная нагрузка на органы зрения – длительные статические нагрузки; – монотонность труда; – нервно-эмоциональное напряжение.

<p>разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека при работе с программным обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> – опасность поражения электрическим током, – опасность поражения статическим электричеством, – короткое замыкание. – Работа механизмов; – Запыленность; – СИЗы;
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Утилизация используемой орг.техники, макулатуры и люминесцентных ламп.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар.</p> <p>Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, огнетушитель.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева И.И.			01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л41	Цзян Боюань		01.03.2018

Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимоувязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;

1.1. Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду

значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе на станках, наибольший вред приносят: пылевыведение, сопровождающиеся процессы абразивной обработки металлов (зачистка, полирование, шлифование и др.), а также при работе с СОЖ.

В составе современных жидкостей содержатся различные ингибиторы коррозии, противозадирные присадки, гликоль, анионоактивные и неионогенные эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, масляный асидол, едкий натр, бактерицидные препараты (каустическая сода, хлорпарафины и т. д.). Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения. Нельзя сказать, что за последние два десятилетия на предприятиях машиностроения ничего не сделано в области снижения вредного воздействия охлаждающих эмульсий на организм человека и окружающую среду. Большинство предприятий отказались от использования охлаждающих растворов на основе нитрата натрия, других ядовитых химических веществ. Так же со временем в любой СОЖ бурно развиваются микроорганизмы (бактерии), которые формируют особую дисперсную фазу с размером частиц 0,2—10 мкм. Эти бактерии прогрессируют в водных растворах в форме палочек и кокков. Поскольку прогрессирующее развитие бактерий в среде «масло—вода» приводит к изменению структурно-механических характеристик СОЖ, бактерии, уничтожая органические компоненты, высвобождают из эмульсий масло (диэлектрик). Все это влияет на электропроводность жидкостей, увеличивая ее. Не углубляясь во все

тонкости микробиологии, в целом совокупность веществ, входящих в состав водных эмульсий, можно характеризовать и как питательную среду для развития бактерий и грибов.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респиратор.

1.3. Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

1.4 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны

ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 10$ м, ширина $B = 8$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 10 \times 8 = 80 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор $\rho_c = 40\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{\Pi} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,2$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен

$$\Phi_{\text{лд}} = 3000 \text{ Лм.}$$

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР

–2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1200 мм, ширина – 260 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$h = h_n - h_p$, где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса, h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2,4} = 3,3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2,4} = 4,16 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,4}{3} = 0,8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{п}} = 70 \%$, $\rho_{\text{с}} = 40\%$ и индексе помещения $i = 1,97$ равен $\eta = 0,65$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп

светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$, необходимый световой
поток

2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность

токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках.

Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

2.2. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о раздельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна. Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как впрочем, и само стекло, и цоколи.

3. Безопасность в ЧС

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что

помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от

выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 2).

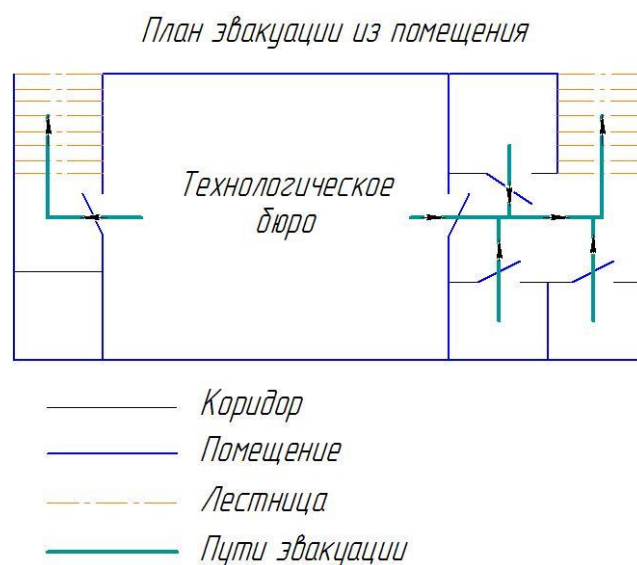


Рис 2. План эвакуации.

Вывод: В ходе исследования рабочего места было выявлено соответствие следующий факторов: освещенность, микроклимат в помещении, уровень шума и вибрации, нагрузка на органы зрения, опасность поражения электрическим током, СИЗ, уровень запыленности, пожарная безопасность.

4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей

промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры

15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"